

PENGARUH STEAMING DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP SIFAT FISIK PAKAN BURUNG PERKUTUT

(The Effect of Steaming and Length of Storage on Physical Characteristics of Turtle Dove Feed)

Yatno¹ dan S. Purwanti²

¹⁾ Fakultas Peternakan Universitas Jambi
Jalan Raya Muaro Bulian km. 15 Kampus Pinang Masak, Jambi

²⁾ Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin
Jalan Perintis Kemerdekaan km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245
Email : yatno68@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of research was to investigate the influence of steamed preconditioning the pellet on water content, water activity (A_w), physical appearance and pellet fineness. The experiment was carried out in 2 x 3 factorial arrangement according to completely randomized design with 3 replications for each treatment combination. The factor A is the pellet-making process (steam/MBS and non steam/MBNS), while factor B is the length of storage (0, 2 and 4 weeks). The parameters observed were water content, water activity, physical appearance and pellet fineness. Data were analyzed by STASTS program version 2.6 and followed by Multiple Range Test if the treatments were significant. The results showed that treatment with MBS or MBNS and the length of storage did not affect physical appearance (colour, smell and taste) of the pellet. MBS treatment significantly reduced water contents of pellet compared with MBNS treatment (12.04 vs 11.45%) and significantly increased water activity (0.75 vs 0.80). The length of storage (0, 2 and 4 weeks) increased water content of pellet, i.e. 10.84, 12.02 and 12.47%, respectively. In conclusion, steamed preconditioning treatment (MBS) reduced water content and increased water activity of pellet, while the length of storage significantly increased water content and water activity but reduced pellet fineness.

Key words : Steaming, Length of storage, Physical characteristics, Turtle dove feed

ABSTRAK

Telah dilakukan *steaming* pada proses pembuatan pellet burung perkutut terhadap kandungan air, *water activity* (A_w), organoleptik dan kadar kehalusanya. Rancangan Percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 2 x 3 dengan 3 ulangan. Faktor A (proses pengolahan pembuatan pellet-steam/MBS dan non steam/MBNS); faktor B (lama penyimpanan 0, 2, 4 minggu). Data diolah menggunakan program STATS versi 2.6. Uji lanjut menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan. Peubah yang diamati meliputi organoleptik (warna, bau dan rasa), kadar air, aktivitas air/*Water Activity* (A_w) dan kadar kehalusan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan MBS - MBNS dan lama penyimpanan tidak mempengaruhi penampilan fisik (warna, bau, rasa) pada pakan perkutut. Perlakuan MBS pada pellet mengandung air lebih tinggi dibandingkan dengan MBNS (12.04 vs

11.45%). Waktu simpan meningkatkan kandungan air pellet seiring dengan bertambahnya lama waktu simpan masing-masing sebesar 10,84, 12,02 dan 12,47% pada penyimpanan 0, 2 dan 4 minggu. Pembuatan pellet yang didahului dengan uap panas (*steam*)/MBS secara nyata menaikkan Aw dibanding tanpa *steam*/MBNS masing-masing sebesar 0,75 dan 0,80. Perlakuan MBS maupun MBNS pada ransum sebelum dibuat pellet memiliki nilai kadar kehalusan yang relatif sama masing-masing sebesar 5,52 dan 5,79. Waktu penyimpanan 0 minggu secara nyata mempunyai nilai kadar kehalusan yang paling tinggi yaitu 5,94, sedangkan pada penyimpanan 2 dan 4 minggu masing-masing mempunyai nilai kadar kehalusan 5,35 dan 5,67. Nilai kadar kehalusan pellet pada pengamatan ini dikategorikan kasar. Dapat disimpulkan bahwa 1) pemberian panas uap pada ransum sebelum dibuat pellet tidak berpengaruh terhadap penampilan fisik (warna, bau, rasa) dan nilai kadar kehalusan, namun dapat menurunkan kadar air dan meningkatkan Aw pada pellet, 2) waktu penyimpanan sampai 4 minggu tidak menyebabkan perubahan warna, bau dan rasa, meningkatkan kandungan air dan Aw serta menurunkan nilai kadar kehalusan pada pellet.

Kata kunci : *Steaming*, Lama penyimpanan, Sifat fisik, Pakan burung perkutut

PENDAHULUAN

Ketersediaan pakan berkualitas merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan perkembangan usaha peternakan. Disisi lain perkembangan industri makanan ternak saat ini cukup pesat seiring dengan perkembangan ternak khususnya unggas. Dalam kaitan ini maka keberadaan bahan baku harus senantiasa tersedia secara kontinyu. Tentu saja hal itu memerlukan proses penyimpanan, dimana selama proses tersebut harus dilakukan pengawasan mutu sehubungan dengan kerusakan akibat penyimpanan tersebut.

Proses penyimpanan terjadi mulai dari bahan pakan dipanen, diproses dalam bentuk ransum dan pada saat proses pemasaran atau siap diberikan pada ternak. Selama dalam proses tersebut kemungkinan besar akan terjadi penurunan kualitas ransum bila melebihi waktu penyimpanan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan kualitas ransum adalah lingkungan berupa suhu dan kelembaban yang tinggi di daerah tropis, dimana hal ini kurang cocok untuk proses penyimpanan, sehingga membutuhkan penanganan penyimpanan secara lebih baik. Selain kerusakan kualitas ransum itu juga dipengaruhi oleh bentuk fisik ransum yaitu pellet, crumble dan mash.

Ransum dalam bentuk pellet merupakan ransum yang dibentuk dengan cara menekan dan memadatkannya melalui lubang cetakan (*die*), dimana bentuk fisik pellet dipengaruhi oleh jenis bahan yang digunakan, bahan pengikat (*binder*), ukuran pencetak, kandungan air serta tekanan dan metode penanganan setelah pengolahan. Adapun keuntungan menggunakan pakan dalam bentuk pellet antara lain meningkatkan palatabilitas dan konsumsi ransum, memperbaiki efisiensi penggunaan pakan, membuat ransum lebih homogen, mengurangi bagian yang terbuang, menghambat/memusnahkan mikroorganisme yang merugikan dan mempercepat laju aliran bahan (*flow ability*).

Untuk memperbaiki kualitas pellet perlu dilakukan *steam* yang merupakan *preconditioning* sebelum dilakukan pencetakan menjadi bentuk pellet dengan tujuan

untuk mengetahui apakah proses tersebut akan mempengaruhi kualitas (fisik) dari pellet bila dibandingkan dengan tanpa steam. Kualitas pellet tersebut dicerminkan dalam kandungan air, Aw, organoleptik dan ukuran kehalusan serta ketahanan benturan.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai penggunaan steam/autoclave dalam proses pembuatan pellet dan waktu simpan yang paling tepat yang dicerminkan dari peubah yang diamati.

MATERI DAN METODE

Bahan dan alat

Bahan baku yang digunakan antara lain jagung, bungkil kelapa, dedak halus, bungkil kedelai, CGM, minyak sayur dan onggok, plastik, karton untuk kemasan, label, gunting dan timbangan.

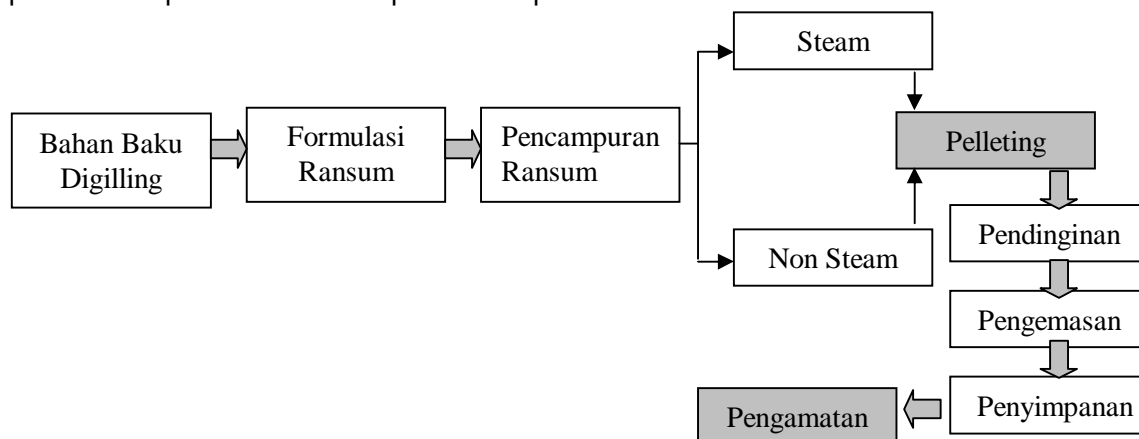
Alat yang digunakan untuk pembuatan pellet adalah mesin *pellet jenis farm feed pelleter* merk "Philco". Oven digunakan untuk mengetahui kadar air pellet, Aw-meter untuk mengetahui aktivitas air dan *vibrator ball mill* dengan nomor mesh 4, 8, 16, 30, 50, 100 dan 400 mesh untuk mengetahui nilai kadar kehalusan pellet.

Formulasi ransum

Formulasi ransum untuk burung sesuai dengan kebutuhan. Penyusunan ransum dilakukan dengan metode *trial and error*. Kebutuhan zat makanan burung perkutut antara lain protein 16%, serat kasar 6%, lemak kasar 3,5% dan energi metabolis 3000 kkal/kg.

Pembuatan pellet

Ransum yang telah tersusun dibagi dua bagian yaitu sebagian langsung di buat pellet, sedangkan sebagian lagi dilakukan *steam* pada autoclave. Bahan yang telah menjadi pellet terlebih dahulu didinginkan dengan cara diangin-anginkan pada ruangan. Setelah itu dimasukkan ke dalam kemasan yang telah disediakan dengan kapasitas 500 g per kemasan. Penyimpanan dilakukan pada suhu ruangan. Skema pembuatan pellet tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema proses pembuatan pellet untuk makanan burung perkutut

Rancangan percobaan dan analisis data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2 x 3 dengan 3 ulangan, sehingga terdapat 18 kombinasi perlakuan. Faktor A adalah proses pengolahan pembuatan pellet (steam/MBS dan non steam/MBNS), faktor B adalah lama penyimpanan (0, 2 dan 4 minggu).

Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan program STATS versi 2,6. Uji lanjut menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (Duncan Multiple Range Test) menurut Gaspersz (1991).

Prosedur analisa

Organoleptik

Pengamatan fisik dilakukan secara organoleptik yang meliputi warna, bau dan rasa dengan cara mengambil sampel secukupnya secara acak dan dilakukan pengamatan warna, penciuman dan rasa.

Kadar air

Kadar air ditentukan dengan menggunakan analisis proksimat (AOAC, 1984). Cawan ditimbang (X g) yang sebelumnya telah dikeringkan dalam oven. Sebanyak 5 g sampel (Y g) dimasukkan ke cawan tersebut, kemudian dikeringkan dalam oven 105°C selama kurang lebih 24 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator selama 30 menit, barulah ditimbang (Z g).

Aktivitas air

Aktivitas air diukur dengan menggunakan Aw-meter. Sebelum digunakan terlebih dahulu Aw-meter dikalibrasi dengan menggunakan larutan garam Barium Clorida (BaCl_2) dengan cara melipat kertas yang tersedia dan mencelupkan ke dalam larutan tersebut agar larutan merata, selanjutnya kertas tersebut dibuka kembali dan diletakkan pada bagian dasar Aw-meter, tutup dan biarkan selama 3 menit, selanjutnya jarum ditera sampai skala 0,9 karena larutan BaCl_2 mempunyai kelembaban garam jenuh sebesar 90% (Syarief dan Halid, 1993). Selanjutnya kertas tersebut dikeluarkan dari Aw-meter.

Pengukuran aktivitas air dengan memasukkan pellet ke dalam Aw-meter sampai setengah bagian dari volume kemudian tutup dan biarkan selama 3 menit, setelah itu dilakukan pembacaan skala. Setiap penambahan suhu 1°C dikalikan 0,002 (suhu ruang pada saat pembacaan -20°C), hasil pengalihan tersebut ditambahkan dengan besarnya pembacaan skala pada Aw-meter setelah 3 menit (merupakan nilai Aw bahan yang bersangkutan). Pengukuran Aw dilakukan duplo.

Kadar kehalusan

Kadar kehalusan pellet ditentukan berdasarkan metode Henderson dan Perry (1976). Alat yang digunakan untuk mengetahui kadar kehalusan pellet adalah *vibrator ball mill* merk "Retsch" buatan Germany, dengan nomor mesh adalah 4, 8, 16, 30, 50, 100 dan 400. Pellet ditimbang sebanyak 300 gram dan diletakkan pada bagian teratas dari saringan (sieve). Selanjutnya alat dihidupkan dengan kecepatan goyangan 35 rpm selama 15 menit, lalu dilakukan penimbangan bahan yang tertinggal dari setiap

saringan (Tabel 1). Kadar kehalusan pellet diperoleh setelah didapatkan dan diperhitungkan dengan nomor perjanjian besar sampel (%) pada setiap ukuran mesh, dengan rumus berikut :

$$\text{Kadar Kehalusan} = \frac{\Sigma(\% \text{ bahan tiap mesh X No. Perjanjian})}{100}$$

Besar nilai pellet dikategorikan ke dalam nilai kadar kehalusan (KK) dengan ketentuan sebagai berikut : nilai kadar kehalusan 4,1 – 7,0 (kategori kasar), nilai kadar kehalusan 2,9 – 4,0 (kategori sedang) dan nilai kadar kehalusan < 2,9 (kategori halus) (Taylor, 1959 dalam Henderson dan Perry, 1976).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan organoleptik

Hasil pengamatan selama penelitian menunjukkan tidak adanya perbedaan warna, bau dan rasa pellet untuk semua perlakuan, baik perlakuan *steam/non steam* maupun waktu penyimpanan. Bau yang timbul tidak menyengat besar kemungkinan dipengaruhi oleh jenis bahan penyusun ransum yang seluruhnya merupakan bahan nabati, karena bau menyengat biasanya disebabkan oleh sumber protein hewani misalnya tepung ikan. Jika bau suatu komoditi berbau apek atau masam menunjukkan bahan tersebut sudah diserang oleh serangga atau jamur (Herman dan Kuhl, 1997). Selanjutnya ditambahkan bahwa kotoran binatang pengerat dapat menyebabkan bau yang kurang sedap. Selain itu juga dimungkinkan ada kaitannya dengan kandungan air pada pellet (Tabel 2). Kandungan air pellet masih dalam kisaran yang disarankan yaitu sekitar 12% sehingga pada kondisi tersebut tidak akan mempengaruhi penampilan pellet yang dihasilkan.

Hasil percobaan memberikan informasi bahwa perlakuan pemeletan dengan cara *steam* (MBS) maupun *non steam* (MBNS) tidak mempengaruhi penampilan fisik pada produk begitupun dengan waktu penyimpanan (0, 2 dan 4 minggu).

Kadar air

Kandungan air suatu produk merupakan faktor yang paling penting diperhatikan dalam penyimpanan pakan karena hal ini akan sangat menentukan kualitas pellet, sehingga dalam pengolahan pakan/bahan makanan, kandungan air pada bahan tersebut sering dikurangi atau bahkan dihilangkan dengan beberapa cara seperti penguapan dan pengeringan. Rataan kandungan air pada pellet dengan perlakuan *steam* dan *non steam* tertera pada Tabel 2.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pengolahan dan waktu penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan air pada pellet, sedangkan antar keduanya tidak ada interaksi. Uji jarak Duncan memperlihatkan bahwa pemanasan dengan uap/*steam* untuk pembuatan pellet secara nyata mengandung air lebih tinggi yaitu 12,04% (MBS) dibandingkan dengan pellet *non steam*/MBNS 11,45%. Dengan demikian perlakuan *steam* akan meningkatkan kandungan air pada bahan karena pada dasarnya proses pemeletan merupakan kombinasi antara kandungan air, panas dan tekanan.

Tabel 2. Rataan kandungan air (%) pada pellet dengan perlakuan *steam* - *non steam* dan waktu penyimpanan

Perlakuan	0 minggu	2 minggu	4 minggu	Rataan
Pellet <i>Steam</i> (MBS)	11,27	12,28	12,70	12,04 ^b
Pellet <i>Non Steam</i> (MBNS)	10,41	11,75	12,24	11,45 ^a
Rataan	10,84 ^a	12,02 ^b	12,47 ^c	

Keterangan: ^{a,b,c}Superskrip berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Perlakuan waktu simpan pellet menunjukkan terjadinya peningkatan secara linear kandungan air seiring dengan bertambahnya waktu simpan yaitu 10,84% sebagai kontrol meningkat menjadi 12,02% waktu penyimpanan 2 minggu dan 12,47% untuk waktu simpan 4 minggu. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Yulianti (2001) bahwa terjadi peningkatan kadar air pada pellet dengan bertambahnya waktu simpan yaitu 11,37% (0 minggu) meningkat menjadi 12,83% pada 4 minggu dan 13,56% pada penyimpanan 6 minggu. Penelitian Herawati (1992) bahwa penyimpanan selama 12 minggu meningkatkan kadar air dedak dari 10,78% pada penyimpanan 0 minggu menjadi 13,23% pada penyimpanan 12 minggu.

Aktivitas air (water activity)

Water activity (A_w) merupakan ukuran air biologis dalam produk bahan makanan/pakan yang mampu mendukung pertumbuhan mikroba (Divakaran, 2003). A_w memberikan data stabilitas mikroba suatu produk yang disimpan. Rataan A_w selama pengamatan pada pellet disajikan pada Tabel 3.

Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan *steam/non steam* dan waktu simpan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai A_w pellet namun tidak terdapat interaksi antara keduanya. Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa perlakuan pemanasan dengan uap (*steam*) secara nyata menurunkan A_w yaitu 0,80 untuk *non steam* menjadi 0,75 pada perlakuan *steam*. Hal ini diduga dengan perlakuan *steam* akan menghilangkan air bebas lebih banyak, sehingga mengakibatkan A_w lebih rendah dari pada *non steam*. Menurut Syarif dan Halid (1993) A_w adalah jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya.

Tabel 3. Rataan *Water activity* (A_w) pada pellet dengan perlakuan *steam* - *non steam* dan waktu penyimpanan

Perlakuan	0 Minggu	2 Minggu	4 Minggu	Rataan
Pellet <i>Steam</i> (MBS)	0,71	0,76	0,78	0,75 ^a
Pellet <i>Non Steam</i> (MBNS)	0,78	0,81	0,82	0,80 ^b
Rataan	0,75 ^a	0,79 ^b	0,80 ^b	

Keterangan: ^{a,b}Superskrip berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Nilai Aw pada pengamatan ini relatif sama dengan hasil penelitian Yulianti (2001) bahwa pellet pada ransum ayam broiler starter mempunyai Aw 0,75 dan crumble 0,73 pada penyimpanan 6 minggu. Mengacu pada Labuza dan Salmacrh (1981) dalam Purnomo (1995) nilai Aw pada pellet pakan burung perkutut ini termasuk zona C pada kurva sorpsi kadar air isothermis, dimana pada kurva tersebut dibagi menjadi 3 zona yaitu zona A ($Aw < 0,20$), Zona B ($Aw 0,20 - 0,6$) dan Zona C mempunyai Aw di atas 0,6. Karena terdapat hubungan antara Aw dengan kualitas pakan yaitu bila Aw sekitar 0,70 – 0,75 produk dapat dikatakan tidak aman dan mikroorganisme berbahaya dapat mulai tumbuh dan produk akan beracun, sedangkan pada selang Aw 0,6 – 0,7, jamur atau kapang mulai tumbuh. Menurut Syarif dan Halid (1993) semakin tinggi nilai Aw suatu bahan pangan maka semakin tinggi pula kemungkinan tumbuhnya jasad renik dalam bahan pangan tersebut.

Kadar kehalusan pellet

Kadar kehalusan pellet dengan perlakuan *steam/non steam* dan waktu penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan kadar kehalusan pellet dengan perlakuan *steam-non steam* dan waktu penyimpanan

Perlakuan	0 Minggu	2 Minggu	4 Minggu	Rataan
Pellet <i>Steam</i> (MBS)	5,92	5,02	5,61	5,52 ^a
Pellet <i>Non Steam</i> (MBNS)	5,96	5,67	5,73	5,79 ^a
Rataan	5,94 ^b	5,35 ^a	5,67 ^b	

Keterangan: ^{a,b}Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$), superskrip sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

Perlakuan *steam/non steam* tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar kehalusan pellet, sedangkan waktu penyimpanan berpengaruh nyata ($p < 0,5$) terhadap nilai kadar kehalusan pellet, tidak ada interaksi antar kedua faktor. Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa perlakuan *steam* maupun *non steam* pada ransum sebelum dibuat pellet memiliki nilai kadar kehalusan yang relatif sama masing-masing sebesar 5,52 dan 5,79. Dengan demikian perlakuan *steam* maupun *non steam* tersebut memberikan ketahanan benturan yang sama. Waktu penyimpanan 0 minggu secara nyata mempunyai nilai kadar kehalusan yang paling tinggi yaitu 5,94, sedangkan waktu penyimpanan 2 dan 4 minggu masing-masing mempunyai nilai kadar kehalusan 5,35 dan 5,67.

Secara umum nilai kadar kehalusan pellet pada pengamatan ini dikategorikan kasar. Menurut Tyler (1959) dalam Henderson dan Perry (1976) bahwa besarnya nilai pellet dapat dikategorikan kedalam nilai kadar kehalusan (KK) dengan ketentuan sebagai berikut; nilai kadar kehalusan 4,0 – 7,0 termasuk kategori kasar, 2,9 - < 4 kategori sedang dan jika nilai kadar kehalusan < 2,9 termasuk kategori halus. Pada saat pengukuran kehalusan sebagian besar pellet berada pada sive no. 8 mesh dan 4 mesh.

Ukuran kehalusan tersebut mencerminkan kualitas pellet yang dihasilkan cukup baik, karena hal ini terkait dengan bahan penyusun ransum. Pada pembuatan pellet ini

menggunakan perekat dan sekaligus berfungsi sebagai sumber energi yaitu onggok sebanyak 10% dari total bahan penyusun ransum, ini akan mempengaruhi sifat fisik ransum yang dihasilkan. Menurut Sinto (1989) bentuk fisik ransum dapat digunakan untuk menduga daya simpan, cara penumpukan, kebutuhan ruang penyimpanan serta kondisi penyimpanan lainnya. Sifat fisik yang erat kaitannya dengan penyimpanan adalah kadar air, ukuran dan bentuk ransum, sifat curah, densitas/kepadatan, tingkat keutuhan dan kebersihan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari pengamatan pembuatan pellet burung perkutut adalah sebagai berikut :

1. Pemberian uap panas pada ransum sebelum dibuat pellet tidak mempengaruhi penampilan fisik (warna, bau, rasa) dan nilai kadar kehalusan, namun dapat menurunkan kadar air dan meningkatkan *water activity* pada pellet untuk pakan burung perkutut.
2. Waktu penyimpanan sampai 4 minggu tidak menyebabkan perubahan warna, bau dan rasa, meningkatkan kandungan air dan *water activity* namun menurunkan nilai kadar kehalusan pada pellet.

SARAN

Perlu dilakukan pengamatan sampai 6 minggu sehingga akan lebih melengkapi informasi yang sudah ada.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemistry. Washington, DC. USA.
- Chung, D. S. and R. Phillips. 1973. Report on stored of imported corn in Indonesia. Food and Feed Grain Institute Kansas State University, Kansas.
- Divakaran, S. 2003. Moisture in feed and food product: It is not just water. Feed Management, 54(7).
- Gaspersz, V. 1991. Metode Perancangan Percobaan: Untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Teknik dan Biologi. CV. Armico, Bandung.
- Hall, D. W. 1970. Drying and Storage of Agriculture Crops. The AVI Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Henderson, S. M. and R. L. Perry. 1976. Agricultural Process Engineering. 3rd ed. The AVI Pub. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Herawati, L. 1992. Pengaruh pemberian asam pitat sintetik terhadap penurunan kualitas bahan makanan. Thesis. Program Pascasarjana IPB, Bogor.
- Herman, T. and G. Kuhl. 1997. Grain Grading Standard in Feed Manufacturing. MF2034. Kansas State University Research and Extension, Manhattan.
- Khalil. 1999. Pengaruh kandungan air dan ukuran partikel terhadap perubahan perilaku fisik bahan pakan lokal. Media Peternakan, 22(1): 33-42.

- Purnomo, H. 1995. Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sinto. 1989. Pengaruh cara penyimpanan petani terhadap mutu kedelai. Thesis. Fakultas Pertanian Universitas Palangkaraya, Palangkaraya.
- Syarief, R dan H. Halid. 1993. Teknologi Penyimpanan Pangan. Penerbit Arcana. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Yuliastanti, A. 2001. Uji fisik ransum ayam broiler starter bentuk *mash*, *pellet* dan *crumble* selama penyimpanan enam minggu. Skripsi. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan IPB, Bogor.